

Design And Construction Of A Mosquito Trap Using Dc High Voltage Using The Cockcroft-Walton Method

Rancang Bangun Alat Perangkap Nyamuk Menggunakan Tegangan Tinggi Dc Dengan Metode Cockcroft-Walton

Suriyanto ¹, Rosdiana²

^{1,2}Electrical Engineering Departemnt, Malikussaleh University, Indonesia.

*Corresponding Author Suriyanto.170150036@mhs.unimal.ac.id

ABSTRACT

The tropical climate in Indonesia is very helpful in breeding mosquitoes everywhere, the *Aedes aegypti* mosquito is the main cause of the spread of dengue fever in Indonesia. Mosquitoes' hexagonal eyes make them attracted to light, UV light with a wavelength between 350 nm and 370 nm is what can attract insects. The use of high voltage is felt to be more effective in killing mosquitoes. This research aims to find out at what time, temperature and air humidity how many mosquitoes come out to suck blood from both humans and animals. And find out at what DC voltage mosquitoes die from being stung. The device design includes UV LED, Temperature Sensor, and High Voltage DC (HVDC). UV LEDs are used as mosquito attractants, because mosquitoes like ultraviolet light, temperature also affects mosquito activity. At temperatures that are too cold, mosquitoes don't leave the nest much, and if it's too hot, the DHT11 sensor is used as a temperature gauge on the tool so that the tool works. High voltage is used to kill mosquitoes by applying voltage to the positive and negative wires, so that trapped mosquitoes will be stung to death. From the experimental results obtained, mosquitoes began to fly actively when sunset arrived, because the temperature and humidity levels were at the warm level that mosquitoes like. And mosquitoes will die if they are shocked by a voltage with a minimum value of 280V to a higher DC voltage.

Keywords: Mosquito trap, HVDC, Cockcroft-walton, Ultraviolet, temperature sensor

ABSTRAK

Iklim tropis di Indonesia sangat membantu dalam perkembangbiakan nyamuk dimana-mana, nyamuk *aedes aegypti* merupakan penyebab utama penyebaran DBD di Indonesia. Mata nyamuk yang berbentuk hexagonal membuat mereka tertarik pada cahaya, sinar UV dengan panjang gelombang antara 350 nm dan 370 nm inilah yang mampu menarik serangga. Penggunaan tegangan tinggi dirasa lebih efektif dalam membunuh nyamuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pada waktu, suhu serta kelembaban udara berapa nyamuk banyak keluar untuk menghisap darah baik itu manusia maupun hewan. Dan mengetahui pada tegangan DC berapa nyamuk mati tersengat. Perancangan alat yang dibuat meliputi UV LED, Sensor Suhu, dan Hight Voltage DC (HVDC). Uv led digunakan sebagai penarik nyamuk, karena nyamuk menyukai sinar ultraviolet, suhu juga berpengaruh terhadap aktifitas nyamuk. Pada suhu yang terlalu dingin nyamuk tidak banyak keluar sarang begitu juga jika terlalu panas, maka digunakan sensor DHT11 sebagai pengukur suhu pada alat agar alat bekerja. Tegangan tigi digunakan untuk mematikan nyamuk dengan mengalirkan tegangan pada kawat positif dan negative, sehingga nyamuk yang terperangkap akan mati tersengat. Dari hasil percobaan yang didapat nyamuk mulai aktif berterbangan pada saat waktu maghrib tiba, karena tingkatan suhu dan kelembaban berada pada tingkat hangat yang disukai nyamuk. Dan nyamuk akan mati jika tersengat tegangan dengan nilai minimal 280V hingga ke tegangan DC yang lebih tinggi.

Kata kunci: perangkap Nyamuk, HVDC, Cockcroft-walton, Ultraviolet, sensor suhu

1. INTRODUCTION

Indonesia memiliki iklim tropis yang sangat cocok untuk berkembang biak nyamuk di berbagai tempat. Nyamuk adalah hewan yang dapat menularkan berbagai macam penyakit yang berbahaya bagi manusia, seperti: demam berdarah (*aedes aegypti*), malaria (*anopheles*) dan filariasis (*culex*, *aedes* dan lain-lain) [1]. Penyakit-penyakit ini sering terjadi di Indonesia karena kondisi lingkungan yang kotor dan saluran air yang tidak terawat yang menjadi tempat yang ideal untuk nyamuk bertelur. Selain itu, kenaikan suhu global akibat pemanasan global juga berdampak pada siklus hidup nyamuk, terutama nyamuk *aedes aegypti* yang masa inkubasi jentiknya menjadi lebih singkat sehingga dapat berkembang biak lebih cepat dan lebih banyak [2].

Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah salah satu penyakit menular yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan kematian dalam waktu singkat dan sering menimbulkan wabah di berbagai daerah. Penyakit ini pertama kali ditemukan di Indonesia pada tahun 1968 di Surabaya dengan jumlah kasus 58 orang dan angka kematian 24 orang (41,3%). Sejak saat itu, penyakit demam berdarah dengue meluas ke seluruh wilayah Indonesia dan mencapai puncaknya pada tahun 1988 dengan insidens rate sebesar 13,45 % per 100.000 penduduk [3].

Permasalahan dan solusi terkait penyakit-penyakit yang ditularkan oleh nyamuk akan dijelaskan lebih detail dalam pendahuluan. Dalam pendahuluan tersebut, akan dibahas mengenai faktor-faktor penyebab, gejala-gejala, cara pencegahan, dan pengobatan penyakit-penyakit tersebut. Tujuan dari pendahuluan ini adalah untuk memberikan informasi yang bermanfaat bagi pembaca mengenai bahaya dan cara mengatasi penyakit-penyakit yang ditularkan oleh nyamuk.

1. Nyamuk *aedes aegypti*

Nyamuk *Aedes aegypti* mempunyai warna dasar yang hitam dengan bintik-bintik putih pada bagian badannya, terutama pada kaki dan dikenali dari bentuk morfologi yang khas sebagai nyamuk yang mempunyai gambaran lire (*Lyre form*) yang putih pada punggungnya. Ukuran nyamuk *aedes aegypti* dewasa berkisar 4-7 mm dengan cincin putih pada bagian kakinya. Sayap berukuran 2,5 - 3,0 mm bersisik hitam. Umur nyamuk dewasa betina di alam bebas kira-kira 10 hari. *Aedes aegypti* mampu terbang sejauh 2 kilometer, walaupun umumnya jarak terbangnya adalah pendek yaitu kurang lebih 40 meter. Secara horizontal, nyamuk bisa terbang hingga jarak 50 sampai 100 meter. Namun bila beristirahat, nyamuk bisa mencapai jarak 200 meter. Secara vertikal, nyamuk bisa terbang hingga ketinggian 15 sampai 20 meter.

2. Demam Berdarah Dengue

Salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia adalah Demam Berdarah Dengue (DBD). DBD merupakan masalah kesehatan masyarakat yang dapat menimbulkan kematian dalam waktu singkat dan sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) sehingga mengakibatkan kepanikan di masyarakat karena berisiko menyebabkan kematian serta penyebarannya sangat masif dan cepat. Demam Berdarah Dengue masih menjadi permasalahan kesehatan baik di wilayah perkotaan maupun wilayah semi-perkotaan. Perilaku vektor dan hubungannya dengan lingkungan, seperti iklim, pengendalian vektor, urbanisasi, dan lain sebagainya mempengaruhi terjadinya wabah demam berdarah di daerah perkotaan. Iklim Indonesia yang tropis juga merupakan faktor potensial yang menjadikan DBD sebagai kasus endemik maupun epidemik. Penyakit DBD ini perlu mendapat perhatian serius dari semua pihak disebabkan jumlah kasus yang cenderung meningkat setiap tahunnya. Jumlah orang yang meninggal jauh lebih banyak dibandingkan kasus kematian manusia karena flu burung atau avian influenza

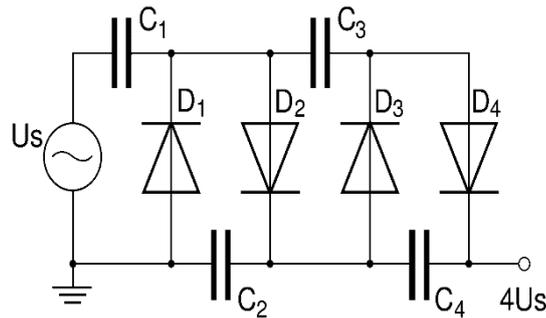
3. ultraviolet

Sinar ultraviolet adalah bagian dari spectrum gelombang elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. Dengan panjang gelombang sekitar 100 nm hingga

400 nm dan berada diantara spectrum sinar X dan cahaya tampak. Rentang frekuensinya berkisar dari 10×10^{14} Hertz sampai 3×10^{16} Hertz. Berdasarkan panjang gelombangnya sinar UV dikategorikan pada 3 strata primer, yaitu: UV-C (100-280 nm), UV-B (280-325 nm), dan UV-A (315-400 nm).

2.4 pengali Tegangan Tinggi

Proses menggandakan tegangan ada beberapa metode yang digunakan yaitu, metode Villard dan metode Cockcroft-walton. Metode Cockcroft-walton merupakan pelipat ganda tegangan yang tegangan keluarannya lebih stabil daripada tegangan keluaran metode Villard. Rangkaian Cockcroft-walton adalah rangkaian penting untuk membangkitkan tegangan tinggi DC dari sumber AC yang rendah. Komponen utama dalam rangkaian Cockcroft-walton adalah diode dan kapasitor seperti tampak pada gambar 1 dibawah.



Gambar 1. Rangkaian pengali tegangan

Ketika tegangan V_{in} berpolaritas negatif, dioda pertama akan menghantar arus dan mengisi kapasitor C_1 hingga mencapai V_m . Ketika tegangan V_{in} berpolaritas positif, dioda kedua akan menghantar arus dan mengisi kapasitor C_2 . Karena kapasitor C_1 dan C_2 terhubung secara seri, maka tegangan total pada rangkaian ini adalah $V_m + V_m = 2V_m$. Dengan demikian, rangkaian ini dapat menghasilkan tegangan DC yang dua kali lipat dari tegangan AC puncaknya.

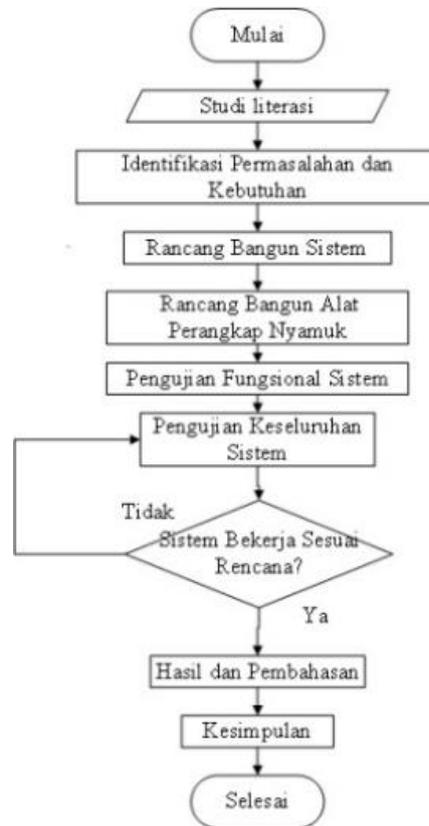
Secara umum rangkaian Cockcroft-walton dapat membangkitkan tegangan dengan persamaan berikut:

$$V_{out} = 2n\sqrt{2}V_{in} \dots \dots \dots (1).$$

2. RESEARCH METHOD

1. Tahap-tahap Penelitian

Di tahapan ini penulis membentuk diagram alir yang bisa memudahkan untuk menganalisa data serta mengimplementasikan sebuah rancang bangun alat perangkat nyamuk berbasis gelombang ultrasonik serta UV light trap seperti terlihat di gambar 2 dibawah ini:

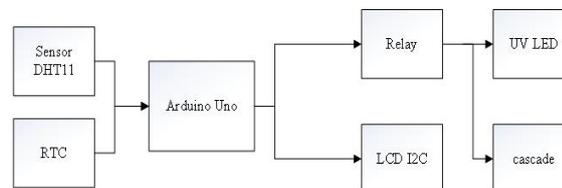


Gambar 2. Flowchart

2. Blok Diagram Alat

Sebelum melakukan perakitan alat yang akan dibuat dan diuji. Pertama sekali yang harus dilakukan adalah membuat blok diagram alat tersebut. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui komponen-komponen yang digunakan dibuat sebagai masukan, atau keluaran.

Adapun korelasi antara bagian input, proses, serta output blok diagram dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Blok Diagram Sistem

3. RESULTS AND DISCUSSION

1. Realisasi Sistem

Realisasi sistem yang dilakukan pada penelitian ini adalah rancang bangun alat perangkap nyamuk menggunakan tegangan tinggi dc dengan metode Cockcroft-walton berbasis uv light. Realisasi penelitian sistem ini terdiri dari realisasi mekanik, kontrol dan program.

a. Kerangka Perangkap

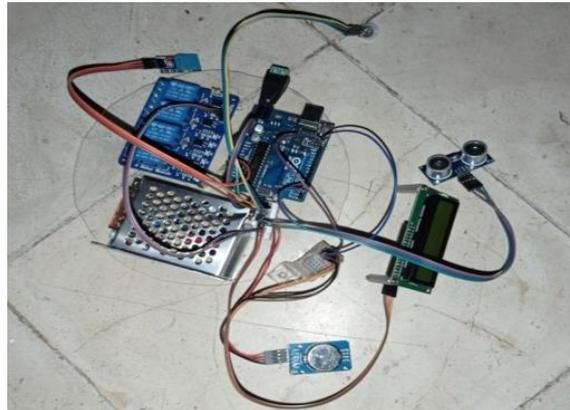
Kerangka perangkat berfungsi sebagai wadah dari komponen lainnya seperti kotak kontrol. Kerangka ini dibuat dengan menggunakan akrilik berukuran 3 mm berwarna transparan. Kerangka alat didesain sedemikian rupa seperti tampak pada gambar 4 dibawah.



Gambar 4. kerangka perangkat

b. Panel Kontrol

Panel kontrol berbentuk persegi panjang dibuat dengan bahan akrilik yang memiliki ketebalan 3 mm. Fungsional panel control sebagai wadah peletakan komponen-komponen penting seperti Arduino UNO, Relay, RTC, rangkaian cascade dan power supply 12V DC. Adapun gambar panel control dapat dilihat pada gambar 5 dibawah.



Gambar 5. panel control alat

2. Hasil Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 bertujuan untuk mengetahui suhu dan kelembaban udara pada ruangan yang akan dijadikan tempat pengujian. Pengukuran suhu dilakukan agar diketahui tingkatan suhu, agar nantinya alat dapat bekerja dengan maksimal.

Pada tabel pengujian diatas dapat dilihat hasil setelah dilakukan pengujian pada komponen, pada pengujian diatas nilai yang mampu diukur ialah minimum 20°C dengan nilai maksimum pengukuran pada suhu 50 °C. hal ini dikarenakan sangat sulit untuk mencari suhu dibawah 20°C karena keterbatasan media untuk pengujian suhu. Selanjutnya melakukan perbandingan hasilpembacaan sensor DHT11 dengan alat ukur temometer yang telah dikalibrasi sebagai patokan suhu nyata pada daerah pengujian. Hasil perbandingan nilai hasil dari sensor DHT11 dengan alat ukur termometer dapat dilihat pada tabel 1. dibawah.

Tabel 1. Hasil perbandingan sensor DHT11 dengan alat ukur termometer

Pengukuran pada temp.		Pengukuran pada sensor		Selisih nilai	
Suhu (°C)	Kelembaban (RH)	Suhu (°C)	Kelembaban (RH)	Δ suhu (°C)	Δ kelembaban (RH)
20	93%	20	92%	0	1%
21	92%	21	93%	0	1%
22	90%	22	91%	0	1%
23	91%	23	91%	0	0%
24	94%	24	95%	0	1%
25	92%	25	92%	0	0%
26	91%	26	90%	0	1%
27	86%	27	85%	0	1%
28	86%	28	84%	0	2%
29	81%	29	81%	0	0%
30	75%	30	75%	0	0%
35	56%	35	57%	0	1%
40	42%	40	42%	0	0%
45	30%	45	30%	0	0%
50	21%	50	20%	0	1%

Dari tabel diatas dapat dilihat hasil perbandingan nilai antara pembacaan pada sensor DHT11 dengan alat ukur thermometer. Terdapat sejumlah perbandingan nilai, Perbedaan nilai selisih terjadi pada nilai kelembaban dikarenakan kurangnya presisi antara sensor dengan alat ukur.

3. Hasil Pengujian Rangkaian *Cockcroft-Wolton*

Pengujian rangkaian *Cockcroft-walton* bertujuan untuk mengetahui besaran nilai tegangan yang dihasilkan, baik itu melalui simulasi dengan menggunakan software proteus 8 ataupun dengan perhitungan. Pengujian dilakukan dengan memasukan nilai input dari 0V sampai tertinggi 220V, nilai input tegangan disesuaikan dengan keperluan penelitian dan dapat diubah sewaktu-waktu disesuaikan dengan keperluan atau kebutuhan penelitian. Selisih nilai input tegangan pada penelitian ini di tentukan berjarak 10 nilai pada setiap nilainya, hal ini disengaja agar perhitungan dan pengukuran dapat dihitung lebih mudah. Berdasarkan dari pengujian simulasi dan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan hasil data yang ditampilkan pada tabel dibawah berikut ini:

Tabel 2. Data pengujian rangkaian *Cockcroft-walton*

Tegangan Input (V)	Tegangan Output (V)		
	Hasil Simulasi	Hasil Perhitungan	Hasil pengukuran
0	0	0	0
10	96	56	70
20	190	113	178
30	280	169	190
40	394	226	268
50	480	282	370
60	584	339	349

70	684	396	440
80	722	452	478
90	881	510	576
100	900	565	776
140	1.260	791	801
180	1.620	1.527	1.568
220	2.000	1.866	1.870

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa nilai simulasi, pengukuran dan perhitungan pada rangkaian cockcroft-walton memiliki hasil yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh adanya rugi-rugi tegangan yang besar pada dioda, nilai toleransi kapasitansi kapasitor, kurangnya presisi dan ketelitian pada alat ukur dan lingkungan yang kurang mendukung saat melakukan penelitian.

Berikut ini contoh perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan 1

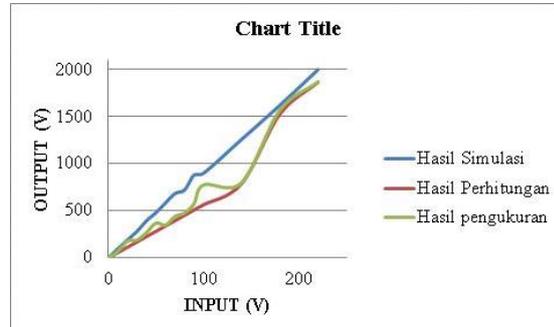
Perhitungan pada tegangan input 20 V

$$V_{out} = 2n\sqrt{2}V_{in}$$

$$V_{out} = 2 \times 2 \times \sqrt{2} \times 20$$

$$V_{out} = 113 \text{ V}$$

Untuk perhitungan dengan input lainnya, tinggal menggantikan nilai input pada perhitungan dengan nilai input lainnya.



Gambar 6. Grafik perbandingan hasil simulasi, perhitungan dan pengukuran

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa grafik perbandingan memiliki perbedaan pada setiap hasil dari simulasi, perhitungan, dan pengukuran. Hal ini wajar karena berdasarkan penjelasan diatas dipengaruhi adanya rugi-rugi tegangan yang besar pada dioda, nilai toleransi kapasitansi kapasitor, kurangnya presisi dan ketelitian pada alat ukur dan lingkungan yang kurang mendukung saat melakukan penelitian

4. Hasil pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pada proses pengujian perangkat nyamuk ini ada beberapa lokasi yang dijadikan tempat pengujian antara lain di dalam kamar, di ruang tamu dan di halaman depan.

Tujuan dilakukan pengujian adalah untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dirancang bangun apakah berjalan dengan baik atau tidak.

Hasil dari jumlah nyamuk yg masuk perangkat akan dijelaskan pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 3. Jumlah nyamuk masuk

No	Lokasi Pengujian perangkap	Waktu Pengujian	Jumlah Nyamuk mati
1	Kamar	Pagi	2
2	Dapur	Pagi	3
3	Halaman Depan	Pagi	6
4	Kamar	Sore	1
5	Dapur	Sore	4
6	Halaman Depan	Sore	8
7	Kamar	Malam	4
8	Dapur	Malam	12
9	Halaman Depan	Malam	28

Berdasarkan tabel diatas yang merupakan data hasil pengamatan yang dilakukan pada tiga tempat yaitu di kamar, ruang tamu, dan halaman depan. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan rentang waktu yang berbeda-beda pada pagi hari, sore, dan malam hari dengan rentang waktu minimal 4 jam pada setiap waktunya. Dengan data yang telah didapatkan maka dapat diketahui bahwa rangkaian cockcroft-walton yang telah dibuat dapat bekerja dengan baik, dengan melihat bahwa nyamuk yang masuk kedalam perangkap mati dikarenakan terkena kawat bertegangan tinggi. Pada hasil pengamatan bahwa sinar ultraviolet terbukti berhasil menarik perhatian nyamuk.

Dari hasil pengamatan untuk tiga tempat yaitu dikamar, ruang tamu, dan halaman depan, tempat yang paling cocok dalam menggunakan alat perangkap nyamuk ialah di halaman depan dikarenakan banyak nyamuk yang berterbangan, karena memang kawasan yang luas dan menjadi habitat alami nyamuk. Nyamuk menyukai tempat yang lembab, semak, dan terdapat genangan air dan saluran air yang tertutup. Di dalam kamar nyamuk yang terperangkap jumlahnya jauh lebih sedikit, dibandingkan dengan di halaman depan dan di ruang tamu dikarenakan tidak ada tempat bersembunyi dan genangan air untuk tempat tinggal mereka. Setelah melakukan percobaan dalam tiga waktu yaitu pada pagi hari, sore, dan malam hari, perangkap nyamuk cocok dipergunakan pada waktu malam hari karena hasil yang didapatkan jumlah nyamuk yang terperangkap sangat berbeda jauh dengan waktu pagi atau siang hari. Dikarenakan pada malam hari keadaan gelap sehingga pancaran sinar ultraviolet dapat menyebar dengan maksimal, berbeda jika pagi atau sore hari yang ada sinar matahari, cahaya dari sinar ultraviolet akan teredam oleh cahaya matahari, sehingga pancaran sinar ultraviolet tidak dapat menyebar maksimal jadi nyamuk tidak terlalu tertarik pada lampu sinar UV.

5. Efek Cockcroft-walton Terhadap Nyamuk

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari tegangan tinggi DC terhadap nyamuk yang masuk kedalam perangkap. Dengan menggunakan beberapa tegangan input mulai dari 0V sampai 220V yang telah dilipat gandakan, didapatkan hasil berupa efek tegangan dari rangkaian Cockcroft-walton terhadap nyamuk yang dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4. Efek Cockcroft-walton terhadap nyamuk

Tegangan Input (V)	Tegangan Cockcroft-walton (V)	Efek pada nyamuk
0	0	Nyamuk masih hidup
10	96	Nyamuk kesetrum namun tidak mati
20	190	Nyamuk kesetrum namun tidak mati
30	280	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
40	394	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
50	480	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
60	584	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
70	684	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
80	722	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
90	881	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
100	900	Nyamuk kesetrum dan jatuh mati
140	1.260	Nyamuk mati terbakar
180	1.620	Nyamuk mati terbakar
220	2.000	Nyamuk mati terbakar

Berdasarkan hasil pengamatan diatas, nyamuk mati setelah terkena sengatan listrik DC pada tegangan 280V. pada tegangan 280V sampai 900 nyamuk yang mati tersengat masih dalam keadaan utuh, namun pada tegangan 1000V keatas nyamuk akan langsung terpanggang dan tidak berbentuk lagi.

4. CONCLUSION

Berdasarkan hasil pengujian, nyamuk mulai banyak keluar beraktifitas ialah pada waktu pergantian sore ke malam atau maghrib, hal ini dikarenakan suhu dan kelembaban udara berada pada tingkat yang hangat atau tidak terlalu panas dan tidak terlalu dingin. Pengujian didapatkan hasil nyamuk akan mati tersengat tegangan DC pada tegangan 280V. Dimana pada tegangan tersebut nyamuk mati dengan kondisi masih utuh karena masih tegangan rendah sehingga belum sampai membakar nyamuk. Sedangkan pada tegangan diatas 1000V DC, nyamuk mati dalam kondisi yang berbeda dengan keadaan terpanggang. Hal ini karena pada tegangan 1000V keatas sudah masuk kedalam tegangan tinggi sehingga dengan cepat dapat membakar nyamuk

REFERENCES

- [1] K. Kalimuthu *et al.*, "Ultrasonic technology applied against mosquito larvae," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 10, pp. 1-15, 2020, doi: 10.3390/app10103546.
- [2] Q. Qirom and U. Albab, "RANCANG BANGUN ALAT PENGUSIR NYAMUK BERBASIS GELOMBANG ULTRASONIK DAN UV LIGHT TRAP," *Power Elektron. J. Orang Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 11-13, 2021.

- [3] M. I. Adam and others, "Rancang Bangun Perangkat Nyamuk Menggunakan Metode Cockroft-Walton Berbasis Tegangan Tinggi," 2018.
- [4] E. Sari, N. E. Wahyuningsih, and R. Murwani, "Hubungan Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Demam Berdara Dengue Di Semarang," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 5, no. 5, pp. 609–617, 2017.
- [5] I. Agustin, U. Tarwotjo, and R. Rahadian, "Perilaku bertelur dan siklus hidup *Aedes aegypti* pada berbagai media air," *J. Akad. Biol.*, vol. 6, no. 4, pp. 71–81, 2017.
- [6] H. Guntoro and Y. Somantri, "Rancang bangun magnetic door lock menggunakan keypad dan solenoid berbasis mikrokontroler arduino uno," *Electrans*, vol. 12, no. 1, pp. 39–48, 2018.
- [7] E. Ihsanto and S. Hidayat, "Rancang bangun sistem pengukuran pH meter dengan menggunakan mikrokontroller arduino uno," *J. Teknol. elektro*, vol. 5, no. 3, p. 142372, 2017.
- [8] R. Pakpahan, D. N. Ramadan, and S. Hadiyoso, "Rancang Bangun dan Implementasi Automatic Transfer Switch (ATS) Menggunakan Arduino Uno dan Relai," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 3, no. 2, 2017.
- [9] H. R. Safitri, "Rancang Bangun Alat Pemberi Pakan Dan Pengganti Air Aquarium Otomatis Berbasis Arduino Uno," *JITEKH (Jurnal Ilm. Teknol. Harapan)*, vol. 7, no. 1, pp. 29–33, 2019.
- [10] M. Yan, E. Aditya, and H. Wibawanto, "Sistem Pengamatan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8," vol. 5, no. 1, pp. 15–17, 2018
- [11] P. I. R. Passive, I. Red, S. Di, S. M. P. Negeri, and S. Semambang, "No Title," vol. 2, no. 2, pp. 63–70, 2017.
- [12] D. Wijanarko, I. Widiastuti, and A. Widya, "Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8," *J. Teknol. Inf. dan Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 65–70, 2017.
- [13] U. M. Arief, "Pengujian sensor ultrasonik ping untuk pengukuran level ketinggian dan volume air," *J. Ilm. "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, vol. 9, no. 2, pp. 72–77, 2017.
- [14] A. Radotti, D. H. Wicaksono, W. Mardhiani, H. Hidayati, and F. Prasetyanto, "Pendeteksi Dan Perangkat Nyamuk Otomatis Berbasis Iot," *eProceedings Appl. Sci.*, vol. 4, no. 3, 2018.
- [15] S. O. Kasanah, "PKM_GT, Kipas Angin TSW (two Side Work)," 2019.